

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra systémového inženýrství**



**Bakalářská práce**

**Hodnocení dodavatelů ve vybrané společnosti**

**Tomáš Dražka**

© 2015 ČZU v Praze

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra systémového inženýrství

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Dražka

Hospodářská politika a správa

Název práce

**Hodnocení dodavatelů ve vybrané společnosti**

Název anglicky

**Evaluation of suppliers in selected company**

---

### Cíle práce

Cílem bakalářské práce je vícekritériální analýza současných dodavatelů obalových materiálů ve vybrané společnosti a na základě jejích výsledků vybrat toho nejvhodnějšího.

### Metodika

studium odborné literatury a materiálů

selekce metod vícekritériální analýzi

sestavení a klasifikace kritérií

charakteristika dodavatelů

interpretace výsledků

### Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

---

### Doporučené zdroje informací

BROŽOVÁ, H., HOUŠKA, M., ŠUBRT, T. 2003. Modely pro vícekriteriální rozhodování. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Katedra systémového inženýrství, 178 s., ISBN 978-80-213-1019-3

PLAMÍNEK, J. 2008. Řešení problémů a rozhodování. První vydání. Praha : Grada., 144 s. ISBN 978-80-247-2437-9

RAMÍK, J. (1999): Vícekriteriální rozhodování – analytický hierarchický proces (AHP). 1.vyd. Slezská univerzita, Opava, 211 s., ISBN 80-7248-047-2

ŘEPA, V. 2012. Procesně řízená organizace. Praha: Grada. 304 s. ISBN 978-80-247-4128-4



---

### Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

### Vedoucí práce

doc. Ing. Milan Houška, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2014

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 11. 2014

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 24. 02. 2015

### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Hodnocení dodavatelů ve vybrané společnosti" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 16. března 2015

---

### Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce doc. Ing. Milanu Houškovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a vstřícný přístup při konzultacích. Mé poděkování rovněž patří zaměstnanci společnosti za spolupráci při sestavování praktické části bakalářské práce.

# Hodnocení dodavatelů vybrané společnosti

---

## Evaluation of suppliers in selected company

### Souhrn

Bakalářská práce se zabývá aplikací vícekritériální analýzy na praktickém modelu ze společnosti vyrábějící omítkové směsi. Cílem bakalářské práce je vybrat jednoho nejlepšího dodavatele papírových pytlů, které slouží jako obal produktu. Výběr vhodnějšího dodavatele může přinést snížení nákladů na výrobu, ale i konkurenční výhody. V teoretické části jsou vysvětleny základní pojmy, metody určující váhy důležitosti kritérií. Závěr kapitoly je věnován popisu metod, které byly následně použity v případové studii ke stanovení kompromisní varianty. Praktická část začíná stručným popisem společnosti a přiblížením prostředí. Dále jsou definována základní kritéria. Pro zachování přehlednosti modelu bylo nezbytné některá kritéria sloučit a nepodstatné úplně zanedbat. Důležitost jednotlivých kritérií stanovila metoda kvantitativního párového srovnání zvaná také jako Saatyho metoda. Za pomoci metody váženého součtu, TOPSIS a CDA byli jednotliví dodavatelé ohodnoceni. Na základě těchto výsledků je v závěru práce společnosti doporučen nejvhodnější dodavatel.

### Summary

Bachelor thesis examines the application of multiple-attribute decision-making to practical models of companies producing plaster mixtures. The goal is to select a single best supplier of paper bags, which serves as a wrapper product. Select of more suitable supplier can reduce the cost of manufacturing and also brings competitive advantages. In the theoretical part are set out basic terms, methods of determining the weights of the criteria. The end of the chapter is devoted to a description of methods, which were then used in a case study to determine a compromise solution. The practical part begins with a brief description of the company and approach to environment. There are also defined criteria. To maintain the clarity of the model, it was necessary to combine some criteria and irrelevant completely neglect. The importance of each criterion set quantitative method of the pairwise comparison called also as Saaty method. Individual suppliers were rated using

a weighted sum, TOPSIS and CDA. On the basis of these results, in the conclusion the company is recommended the most suitable supplier.

**Klíčová slova:** vícekriteriální analýza variant, varianta, kompromisní řešení, kritérium, váha, dodavatel, omítková směs, obalový materiál, pytel

**Keywords:** multiple-attribute decision-making, variant, compromise solution, criterion, weight, supplier, plaster mixture, packaging material, bag

## Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíl práce a metodika .....	11
3	Vícekritériální rozhodování .....	12
3.1	Podstata a použití .....	12
3.2	Základní pojmy .....	13
3.3	Rozdělení úloh .....	16
3.4	Metody stanovení vah kritérií .....	17
3.4.1	Metoda pořadí .....	17
3.4.2	Fullerova metoda .....	18
3.4.3	Bodovací metoda .....	19
3.4.4	Saatyho metoda.....	20
3.5	Metody stanovení pořadí variant.....	21
3.5.1	Metoda váženého součtu – WSA.....	21
3.5.2	Metoda TOPSIS .....	22
3.5.3	Metoda shody a neshody – CDA .....	23
4	Případová studie.....	25
4.1	Definice kritérií .....	27
4.1.1	Cena (K1).....	27
4.1.2	Zpracování (K2).....	29
4.1.3	Trhavost (K3).....	30
4.1.4	Uzavírací ventil (K4) .....	31
4.1.5	Potisk (K5).....	32
4.1.6	Rychlost změny potisku (K6) .....	33
4.2	Stanovení vah kritérií .....	34
4.3	Hodnocení dodavatelů.....	35



4.3.1	Metoda váženého součtu.....	36
4.3.2	Metoda TOPSIS.....	37
4.3.3	Metoda shody a neshody – CDA.....	39
4.4	Výsledek případové studie.....	42
5	Závěr.....	43
	Seznam použitých zdrojů.....	44
	Seznam použitých tabulek.....	45
	Seznam příloh.....	46

# 1 Úvod

Od roku 2008 se Evropa potýká s hospodářskou recesí. Ne všechny oblasti trhu jí byly postiženy stejnou měrou. Jedním z nejvíce zasažených odvětví bylo a stále ještě zůstává stavebnictví. Na českém trhu působí nemálo firem zabývajících se uvedenou profesí a právě jedna z nich je předmětem této práce.

Učinit správné rozhodnutí, například při výběru dodavatele, může snadno zvýšit prosperitu firmy. Naopak současná ekonomická situace nedává příliš prostoru dělat chybná rozhodnutí. O to zásadnější je, pokud nesprávná rozhodnutí učiní vyšší management společnosti. Rozhodnutí většinou předchází objektivnímu hodnocení získaného z určité analýzy. Málokterý manager vybírá dodavatele na základě svého subjektivního a nepodloženého hodnocení.

Vybraná společnost se zabývá především výrobou omítkových směsí. Celý proces výroby je poměrně komplikovaný a náročný na technologii. Jednou z posledních fází je plnění do papírových pytlů. Hmotnost směsi v pytli může být 30 kg i více a po celou dobu skladování musí odolávat různým meteorologickým vlivům. Z toho vyplývá, že na pytle jako obalový materiál, jsou kladeny vysoké nároky na kvalitu, ale i na cenu. Pytel je důležitým komponentem celé výroby. Kdyby pytle dodávala nespolehlivá a nekvalitní společnost, mělo by to negativní ekonomický důsledek na celou společnost.

Před více než pěti lety společnost provedla výběr dodavatele obalových materiálů a u tohoto dodavatele zůstala po současnost. Během této doby se přirozeně obměnil trh s dodavateli, a proto se bakalářská práce věnuje porovnávání a hodnocení zmíněných dodavatelů za aktuální situace. Pro vyhodnocení bude aplikován model vícekriteriálního rozhodování.

Přesto, že se práce věnuje konkrétnímu případu ve společnosti, která patří do soukromé sféry, obdobný model by byl aplikovatelný i ve veřejné správě. Nabízí se hned několik případů, například vyhodnocování a sestavování veřejné zakázky, výběr provozovatele veřejných statků a podobně.

## 2 Cíl práce a metodika

Hlavním cílem práce je analyzovat portfolio dodavatelů a provést jejich hodnocení. Na základě výsledků interpretovat právě jednoho nejefektivnějšího. Buď se bakalářská práce ztotožní se současným dodavatelem, nebo bude doporučen společnosti jiný.

K dosažení správného výsledku musí být splněno několik dílčích cílů.

V první řadě je nezbytné studium literatury o vícekriteriálním rozhodování. Zmíněnou oblastí se zabývá hned několik učebních textů vysokých škol, ale i publikací ekonomicko-manažerského zaměření pro odborníky.

V teoretické části budou vymezeny základní pojmy a principy vícekriteriální analýzy. Především budou blíže přiblíženy metody stanovující váhy kritérií a vybrané metody určující pořadí variant.

Praktická část se bude věnovat řešení konkrétního příkladu ze společnosti vyrábějící omítkové směsi. Ještě před zahájením analýzy, bude nezbytné se řádně seznámit nejen s výrobky, ale i s dodavateli a jejich službami. Až na základě těchto informací bude možné sestavit model vícekriteriální analýzy, který se bude skládat z následujících bodů:

- sestrojení množiny všech případných dodavatelů
- formulace kritérií, popřípadě jejich sloučení pomocí bodovací metody
- Saatyho metodou stanovení vah důležitosti kritérií
- analyzování dodavatelů metodou váženého součtu, TOPSIS a CDA
- vyhodnocení výsledků analýzy a stanovení kompromisního dodavatele

### 3 Vícekriteriální rozhodování

Proces rozhodování není pouze doménou firem a jejich manažerů, ale setkává se s ním každá osoba dnes a denně. Jedním z prvních větších rozhodnutí v životě člověka může být právě výběr střední školy. Například stanoví-li student, že chce navštěvovat školu, která je k jeho bydlišti nejbližší, jedná se rozhodování na základě jednoho kritéria. Jednokriteriální analýza bývá typické pro jednoduchá a nedůležitá rozhodnutí, kterým zvolení střední školy rozhodně není. Většina studentů se zajímá i o další kritéria, mezi které se může řadit profesní zájem, uplatnění na trhu, obtížnost, způsoby výuky a další výhody (řidičské oprávnění, svářečské kurzy, výměnné studijní pobyty). V uvedeném případě se již jedná o vícekriteriální rozhodování. Žáci posuzují více faktorů při výběru vhodné školy. V některých publikacích se místo termínu vícekriteriální používá pojem multikriteriální z anglického výrazu multicriterion.

#### 3.1 Podstata a použití

Teorie vícekriteriálního rozhodování je založena zejména na matematických postupech a statistice. Účelem je ze seznamu variant nalézt tu nejlépe hodnocenou, tudíž variantu kompromisní, vyloučení neefektivních nebo seřazení variant od nejlepších po nejhorší. Velkou úlohu má zde rozhodovatel sestavující celý model vícekriteriální analýzy. Varianty musí být posouzeny co nejvíce objektivně. V určitých případech je možné a i vhodné oddělit řešitele úlohy od zadavatele. Externí řešitel posuzuje jednotlivé varianty naprosto nezávisle, protože nebývá honorován na základě výsledku. Pro analýzu samotnou je to velice příznivé. Podstatnou nevýhodou tohoto způsobu je, že analytik nemusí být plně informován o všech detailech, které by mohly mít vliv na rozhodnutí. Ve výsledku by mohl vybrat variantu, která není úplně ta nejlepší (Šubrt a kolektiv, 2011).

Pro svoji univerzálnost je vícekriteriální analýza variant vhodná pro širokou škálu oborů a případů (Brožová, 2015). Typickými příklady jsou:

- nákup zboží - elektronika, automobil
- výběr služeb - bankovní účet, dovolená
- výběrová řízení - pracovní pozice, dostavba mostu, oprava komunikace
- sestavení pořadí variant

### 3.2 Základní pojmy

**Varianty** jsou konkrétní rozhodovací možnosti, které jsou realizovatelné (Friebešová, Klicnarová, 2007).

***Ideální varianta** je hypotetická nebo reálná varianta, která dosahuje ve všech kritériích současně nejlepší možné hodnoty.*

***Bazální varianta** je hypotetická, nebo reálná varianta, jejíž hodnocení je nejhorší podle všech kritérií (Brožová, Houška, Šubrt, 2003, s. 7).*

Ani jedna z uvedených variant obvykle neexistuje. Kdyby ideální varianta skutečně existovala, byla by jednoznačně optimální variantou a nemělo by význam hledat kompromisní řešení (Šubrt a kolektiv, 2011).

***Dominovaná varianta** je varianta, pro kterou existuje v dané množině variant varianta, která je alespoň podle jednoho kritéria lepší a podle žádného kritéria horší než varianta dominovaná (Fotr, Švecová a kolektiv, 2010, s. 191).*

**Kompromisní varianta** je nedominovaná varianta doporučená k řešení problému.

Vlastnosti kompromisní varianty:

- *nedominovatelnost – varianta nesmí být dominovaná jinou variantou*
- *invariance vzhledem k pořadí kritérií – pořadí neovlivňuje výběr kompromisní varianty*
- *invariance vzhledem k měřítku kritériálních hodnot - pokud ke všem prvkům přičteme stejné číslo (vynásobíme stejným číslem), množina vybraných variant nebo vybraná varianta se nesmí změnit*
- *nezávislost na identických hodnotách téhož kritéria – vyskytne-li se kritérium, jehož hodnoty jsou pro všechny varianty zhruba stejné, nesmí se změnit množina vybraných variant*
- *invariance vzhledem k přidaným dominovaným variantám – přidáme-li do množiny variant dominovanou variantu, vybraná kompromisní varianta se nesmí změnit*
- *determinovanost podle každého přístupu nejméně jedna varianta musí být vybrána jako kompromisní*

- *jednoznačnost – zvolený postup dává jednoznačný výsledek, jednu variantu označí jako kompromisní* (Friebešová, Kličnarová, 2007, s. 35).

**Kritérium** je hledisko hodnocení variant

Stanovení správných a hlavně účelových kritérií je důležitým krokem v celém postupu analýzy. Může výrazně ovlivnit celkový výsledek hodnocení. Stanovená adekvátní kritéria závisí na pečlivém poznání celé úlohy. Soubor kritérií musí být úplný. Musí odrážet důležité vlastnosti variant, ale zároveň jich nesmí být příliš velký počet, aby příklad zůstal stále přehledný (Šubrt a kolektiv, 2011).

Šubrt a kolektiv (2011) dělí kritéria podle kvantifikovatelnosti na:

**Kvantitativní** – hodnoty tvoří objektivně měřitelné údaje, jsou přímo vyjádřitelné číselným počtem jednotek.

**Kvalitativní** – hodnoty nelze úplně objektivně měřit, je možné pouze slovní vyjádření, verbálně například ve stupních kvality, popisem intenzity a podobně. Kritéria tohoto typu jsou mnohem méně objektivní, protože hodnoty jsou získány na základě subjektivního rozhodnutí uživatele a mohou tak být neúmyslně, ale i úmyslně zkresleny.

Dále Šubrt a kolektiv (2011) rozděluje varianty dle povahy na:

**Maximalizační** – jsou preferovány vyšší hodnoty před nižšími (např.: výkon)

**Minimalizační** – nižší hodnoty jsou preferovány před vyššími (např.: pořizovací cena)

Při použití vybraných metod vícekritériální analýzy je vhodné, aby v kritériální matici byla použita kritéria stejné povahy (Brožová, Houška, Šubrt, 2003). Spíše než na minimalizační se častěji převádějí na maximalizační. K tomu mohou být použity následující dva způsoby:

a) vynásobení sloupce minimalizačního kritéria číslem -1

$$y'_{ij} = -y_{ij}$$

Z matematického hlediska plně relevantní a rychlá operace, ale definice nového kritéria bývá poměrně náročná. Pokud to okolnosti dovolují, je kvůli větší srozumitelnosti výhodnější používat druhou metodu.

b) výpočet udávající zlepšení oproti nejhorší hodnotě

$$y'_{ij} = \max(y_{ij}) - y_{ij}$$

Vysvětlení a okomentování kritéria po uvedené transformaci je mnohem jednodušší. Například minimalizační kritérium „cena zboží“ by se přetransformovalo na maximalizační kritérium „úspora oproti nejdražšímu zboží“. Nejdražší zboží by bylo klasifikováno nulou a všechny ostatní varianty kladnou hodnotou znázorňující o kolik je toto zboží levnější.

Na první pohled se zdá druhá metoda lepší, ale bohužel není zcela univerzální a použitelná ve všech typech analýz. Při použití některých metod by mohlo dojít po této proměně kritéria ke zkreslení a tedy i k nepřesnému výsledku.

**Kriteriální matice** je matice  $Y = (y_{ij})$ , jejíž prvky tvoří hodnocení  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria (Šubrt a kolektiv, 2011, s. 163).

$$Y = \begin{matrix} & f_1 & f_2 & \dots & f_n \\ a_1 & y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ a_2 & y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_m & y_{m1} & y_{m2} & \dots & y_{mn} \end{matrix}$$

Jinak řečeno, sloupce odpovídají kritériím a řádky hodnoceným variantám. Například  $y_{11}$  je hodnota varianty  $a_1$  hodnocená dle kritéria  $f_1$ . V případech, kdy nejsou všechna kritéria kvantifikována, jedná se spíše o kriteriální tabulku (Šubrt a kolektiv, 2011).

**Preference kritéria** – vyjadřuje důležitost kritéria v porovnání s jinými kritérii.

Preference kritérií stanovuje Šubrt a kolektiv (2011) na základě:

- aspirační úrovně kritérií
- pořadí kritérií
- vah kritérií
- způsobu kompenzace kriteriálních hodnot

**Aspirační kritérium** je hodnota, které má být alespoň dosaženo (Friebelová, 2015).

**Váha kritéria** je hodnota v intervalu od 0 do 1, která vyjadřuje relativní důležitost tohoto kritéria v porovnání s ostatními kritérii (Šubrt a kolektiv, 2011).

### 3.3 Rozdělení úloh

Úlohy lze rozdělit podle dvou základních hledisek (Brožová, Houška, Šubrt, 2003):

Dle cíle řešení úlohy

- Úlohy s cílem výběru jedné kompromisní varianty. Z množiny možných variant je vybrána podle zadaných kritérií jedna nejlepší. Výraz nejlepší je do jisté míry relativní a zavádějící. Výsledek může záviset na zvolené metodě výpočtu. Mohou být použity metody ORESTE, TOPSIS a další.
- Úlohy s cílem uspořádání množiny variant (kvaziuspořádání). Z pravidla jsou varianty řazeny od nejlepší po nejhorší. Seřazení je možné docílit stejnými metodami jako v první skupině. K sestavení pořadí se může aplikovat následující postup. Určená nejideálnější varianta obdrží pořadí a je vyloučena z dalšího rozhodování. Druhý krok hodnocení proběhne již bez nejlepší varianty a ze zbylých je opět vybrána nejlepší. Tímto způsobem se pokračuje až do vyčerpání variant.
- Úlohy s cílem rozdělení množiny variant na efektivní a neefektivní. Předmětem úlohy není stanovit pořadí, ale pouze usoudit, zda varianty jsou špatné, či dobré.

Dle informace, s jakou úloha pracuje

- žádná informace – neexistence informace o preferencích. Přijatelné pouze pro preference kritérií. Absence informace o preferencích mezi variantami by mělo za následek neřešitelnost úlohy.
- nominální informace – přijatelné pouze u preference kritérií. Vyjadřuje se formou aspiračních úrovní, tudíž stanoví nejhorší možné hodnoty variant, které jsou ještě přípustné.
- ordinální informace – informace vyjadřující pořadí kritérií na základě důležitosti.
- kardinální informace – kritéria jsou vzájemně uspořádána dle významnosti a je znám i relativní podíl každého kritéria k celkové významnosti prostřednictvím vah. Kardinální informace mají kvantitativní charakter.



### 3.4 Metody stanovení vah kritérií

Odlišení jednotlivých kritérií z hlediska významnosti je nepostradatelnou součástí většiny rozhodovacích modelů vícekritériální analýzy. Čím větší váha je kritériu přidělena, o to víc ovlivní celý výsledek. U metod s ordinální informací se předpokládá, že řešitel stanoví důležitost jednotlivých kritérií buď určením pořadí, nebo párovým srovnáním. U kardinálních informací rozhodovatel musí určit nejen pořadí důležitosti, ale i poměr o kolik je první varianta významnější, než druhá (Šubrt a kolektiv, 2011).

Informace	Metoda
Ordinální	Metoda pořadí
	Fullerova metoda
Kardinální	Bodovací metoda
	Saatyho metoda

Mohou nastat situace, kdy rozhodovatel není schopen stanovit důležitost jednotlivých kritérií. Pro tyto případy může být každému kritériu přidělena stejná váha dle vztahu:

$$v_j = \frac{1}{n}, j = 1, 2, \dots, n$$

kde  $n$  je počet kritérií.

Stejná váha všech kritérií není většinou příliš vhodný model. Pro stanovení různých váhových vektorů se využívá Entropické metody. Entropická metoda přiřazuje váhy kritérií na základě rozdílnosti hodnot alternativ daného kritéria. Pokud jsou hodnoty všech variant podle vybraného kritéria podobné, kritérium není příliš významné. Obráceně to znamená, že čím jsou různější hodnoty variant, tím kritérium získá větší váhu (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

#### 3.4.1 Metoda pořadí

Metoda pořadí slouží k určení vah s ordinálními informacemi. Je vhodné ji aplikovat i v situacích, kdy důležitost kritérií posuzuje více odborníků. Kritéria se seřadí od nejdůležitějších po nejméně důležitá. Kritériu na prvním místě je přiděleno  $n$  bodů (kdy  $n$  je počet kritérií), na druhém místě získá  $n-1$  bodů. Tímto způsobem se pokračuje

až k úplně nejméně důležitému kritériu, které obdrží pouze jeden bod. V případě, že rozhodovatel přidělí více kritériím stejné pořadí, získají tato kritéria body na základě průměrného pořadí. Váha jednotlivých kritérií se určí sečtením veškerých bodů tohoto kritéria a vydělením sumou všech bodů, které odborníci přerozdělili mezi všechna kritéria. Z toho vyplývá, že součet všech vah musí být roven jedné. (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Pro normovanou váhu kritéria platí.

Je-li obecně  $j$ -té kritérium ohodnoceno  $b_j$  body (jedinou hodnotou nebo součtem hodnot při hodnocení více odborníky), platí pro normovanou váhu kritéria vztah:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, \dots, n$$

### 3.4.2 Fullerova metoda

Při větším počtu kritérií je lepší navzájem porovnávat pouze dvě kritéria, protože rozhodovatel může mnohem snáze rozhodnout o tom, které kritérium je důležitější. Vyhodnocení porovnávání může být zhotoveno pomocí tzv. Fullerova trojúhelníku. Skládá se z  $n$  dvouřádků, v nichž každá dvojice kritérií se vyskytuje pouze jednou. Uvažuje se, že v situacích, kdy rozhodovatel ohodnotí kritérium  $j$  jako důležitější než  $l$  zároveň platí, že kritérium  $l$  je považováno za méně důležité než kritérium  $j$ . Ve Fullerově trojúhelníku jsou kritéria znázorněna pořadovými čísly, která musí být pevně stanovena a po celou dobu neměnná. Při počtu kritérií  $n$  je počet párových srovnání roven kombinačnímu číslu  $\binom{n}{2}$ . (Friebelová, Klicnarová, 2007). Z toho vyplývá vztah pro stanovení počtu srovnání:

$$N = \frac{n \cdot (n - 1)}{2}$$

**Tabulka 1 - Schéma Fullerova trojúhelníku**

1	1	1	.....	1
2	3	4	.....	k
	2	2	.....	
	3	4	.....	
			.....	
			k-2	k-2
			k-1	k
				k-1
				k

Zdroj: Brožová, Houška, Šubrt (2003)

U každé dvojice prvků hodnotitel zakroužkuje ten prvek, který pokládá za důležitější. Váha kritéria se stanoví dle vzorce:

$$v_j = \frac{n_j}{N}, j = 1, 2, \dots, n$$

Kde  $n_j$  je počet zakroužkování  $j$ -tého prvku

### 3.4.3 Bodovací metoda

Důležitost kritéria je hodnocena počtem bodů v rámci určité bodovací škály. Ta může mít větší nebo menší rozsah (například: 1 – 10, 1 – 100 apod.). Smějí být použita i desetinná čísla a stejný počet bodů může být použit u více kritérií. Na rozdíl od metody pořadí umožňuje tato metoda zdůraznit rozdíly důležitosti mezi jednotlivými kritérii. Čím je kritérium významnější, tím je vyšší bodové ohodnocení (Fiala, 1997).

Bodovací metoda umožňuje hodnocení více experty. Stanovení váhy kritéria je obdobné jako u metody pořadí normalizací dle vztahu:

$$v_j = \frac{b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}, j = 1, \dots, n$$

kde  $b_j$  je součet bodů  $j$ -tého kritéria

### 3.4.4 Saatyho metoda

Metoda kvantitativního párového srovnávání zvaná jako Saatyho metoda slouží k určení vah kritérií, hodnotí-li situaci pouze jeden odborník. Kromě určení upřednostňovaného kritéria se stanovuje i velikost preference. K ohodnocení párových porovnávání kritérií doporučuje Saaty následující 9-ti bodovou stupnici (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

- 1 – rovnocenná kritéria  $i$  a  $j$
- 3 – slabě preferované kritérium  $i$  před  $j$
- 5 – silně preferované kritérium  $i$  před  $j$
- 7 – velmi silně preferované kritérium  $i$  před  $j$
- 9 – absolutně preferované kritérium  $i$  před  $j$

Pro citlivější vyjádření významnosti je možné aplikovat i mezistupně (2, 4, 6, 8). Velikost preference  $i$ -tého kritéria proti  $j$ -tému se zapíše do Saatyho matice  $S$ .

$$S = \begin{pmatrix} 1 & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ 1/s_{12} & 1 & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/s_{1n} & 1/s_{2n} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Matice je řádu čtvercového  $n \times n$  a platí vztah  $s_{ij} = 1/s_{ji}$ . Po diagonále jsou zapsány vždy hodnoty jedna, protože každé kritérium je samo sobě rovné. Jisté potíže při výpočtu může způsobit fakt, že se jedná o model nekonvexního kvadratického programování, což by vedlo k velmi náročným výpočtům. Proto profesor Saaty sestavil hned několik postupů, kterými lze poměrně jednoduše odhadnout váhy kritérií. Jedním z častých řešení pro stanovení vah je provedení geometrického průměru řádků matice (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

$$b_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n s_{ij}}$$

Výsledné váhy se určí normalizací hodnot  $b_i$ .

$$v_i = \frac{b_i}{\sum_{i=1}^n b_i}$$

### 3.5 Metody stanovení pořadí variant

Cílem vícekritériální analýzy variant je sestavení pořadí výhodnosti jednotlivých variant s ohledem na zvolená kritéria a jejich váhy. Varianta s nejlepším umístěním představuje nejideálnější kompromisní variantu (Friebelová, Klicnarová, 2007).

#### 3.5.1 Metoda váženého součtu – WSA

Základem metody váženého součtu je maximalizace funkce užitku. Definičním oborem je interval mezi nejlepší a nejhorší hodnotou daného kritéria. Oborem funkčních hodnot je interval od nuly do jedné. Pro zjednodušení se předpokládá, že závislost užitku na hodnotách kritéria je lineární (Friebelová, Klicnarová, 2007).

Základní předpoklady:

- kardinální informace
- kritériální matice
- vektor vah kritérií

Hodnocení je zhotoveno pro každou variantu zvlášť. Díky tomu je možné určit kompromisní variantu, anebo uspořádat varianty od nejlepší po nejhorší. *Dosáhne-li varianta  $a_i$  podle kritéria  $j$  určité hodnoty  $y_{ij}$ , přináší tak uživateli užitek, který lze vyjádřit pomocí lineární funkce užitku. Celkový užitek varianty je vyjádřen váženým součtem hodnot dílčích funkcí užitku (Šubrt, 2011, s. 186).*

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^m v_j u_{ij}(y_{ij})$$

kde:  $u_j$  jsou jednotlivé funkce užitku daných kritérií;  $v_j$  jsou důležitostní váhy kritérií

Postup výpočtu dle Brožová, Houška, Šubrt (2003) a Fiala (1997).

1. Minimalizační kritéria se převedou na maximalizační. Úprava je nepovinná, protože slouží pouze k usnadnění dalšího kroku. Transformace může být provedena například dle následujícího vztahu:

$$y'_{ij} = \max(y_{ij}) - y_{ij}$$

2. Určení ideální varianty s označením H ( $h_1, h_2, \dots, h_n$ ) a bazální varianty D ( $d_1, d_2, \dots, d_n$ )

3. Sestavení standardizované kritériální matice s označením  $R$ . Pro získání jednotlivých hodnot matice je používán následující vztah:

$$r_{ij} = \frac{y_{ij} - d_j}{h_j - d_j}$$

Tato matice zaznamenává hodnoty užitku z  $i$ -té varianty podle  $j$ -tého kritéria. Bazální variantě  $d_j$  odpovídá hodnota 0 a ideální variantě  $h_j$  odpovídá hodnota 1.

4. Použitím aditivního tvaru vícekritériální funkce užitku je užitek z varianty  $a_i$  roven

$$u(a_i) = \sum_{j=1}^n v_j r_{ij}$$

5. Varianta, která dosáhne nejvyšší hodnoty užitku, je vybrána jako nejvýhodnější.

### 3.5.2 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) upřednostňuje ty varianty, které jsou nejbližší k ideální variantě a nejdále od bazální varianty. Pro zjednodušení výpočtu se mohou minimalizační kritéria převést na maximalizační. K tomu není možné použít vzorec  $y'_{ij} = \max(y_{ij}) - y_{ij}$ , který by mohl podstatně zkreslit výsledek. K transformaci kritéria na maximalizační je mnohem lepší použít vztah  $y'_{ij} = -y_{ij}$ . (Friebelová, Klicnarová, 2007) a (Brožová, Houška, Šubrt, 2003).

Jak uvádí Šubrt (2011) postup výpočtu metody TOPSIS je následující:

1. Sestavení normalizované kritériální matice  $R = (r_{ij})$  podle vztahu

$$r_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^p y_{ij}^2}}$$

2. Výpočet normalizované vážené kritériální matice  $W = (w_{ij})$  dle vzorce

$$w_{ij} = v_j \cdot r_{ij}$$

Jednoduše řečeno, každý sloupec matice se vynásobí vahou odpovídajícího kritéria. Následně se určí ideální ( $H$ ) a bazální ( $D$ ) varianta stejně jako u metody váženého součtu.

3. Vzdálenost jednotlivých variant od ideální varianty se vypočte podle

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - h_j)^2}$$

4. Vzdálenost jednotlivých variant od bazální se spočte podle

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^k (w_{ij} - d_j)^2}$$

5. Posledním početním krokem je určení relativního ukazatele vzdálenosti jednotlivých variant od bazální varianty podle vztahu

$$c_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-}$$

Z posledního vzorce vyplývá, že ukazatelé  $c_i$  mohou nabývat hodnot v intervalu od 0 do 1. Hodnota 0 je přiřazena bazální variantě a 1 ideální variantě. Variantu s nejvyšším indexem  $c_i$  je možné označit za nejlepší.

### 3.5.3 Metoda shody a neshody – CDA

O metodě CDA se zmiňuje několik učebnicových textů a literatury. Samotný postup analýzy je přiblížen pouze v několika málo vybraných publikacích. Jednou z nich je dílo Hradílek (2003), které bylo použito při zpracování této metody.

Analýza shody a neshody označována také jako CDA z anglického Concordance Discordance Analysis je založena na porovnání variant ve dvojicích. Určuje stupeň, kterým varianty výběru a váhy faktorů potvrzují nebo vyvracejí poměr mezi variantami. Analýza shody a neshody probíhá nezávisle na sobě. Při výpočtu se vychází ze standardizované tabulky R (Korviny, 2015).

Index shody varianty  $a_1$  s variantou  $a_2$  je možné stanovit jako podíl součtu vah těch kritérií, pro které je normalizované hodnocení  $a_1$  větší nebo rovno normalizovanému hodnocení  $a_2$  a součtu vah všech kritérií.

$$C_{a_1 a_2} = \frac{\sum v_j (r_{a_1 j} \geq r_{a_2 j})}{\sum v_j}$$

Dle výše uvedeného vztahu vznikne matice  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\} \times \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ . Celkový index shody varianty  $a_1$  se získá součtem všech indexů shody varianty  $a_1$  vzhledem ke všem ostatním:

$$C_{a_1} = \sum_{j=1}^k C_{a_1j}$$

*Index neshody varianty  $a_1$  s variantou  $a_2$  je definován jako podíl, kde čítec je roven maximálnímu rozdílu vážených standardizovaných hodnocení, pro která je standardizované hodnocení  $a_1$  menší než normalizované hodnocení  $a_2$  a jmenovatel je roven maximálnímu rozdílu vážených standardizovaných hodnocení všech variant pro kritérium vykazující maximální hodnotu výše definovaného čitatele (Hradílek, 2003, s. 293).*

$$D_{a_1a_2} = \frac{D_1}{D_2} = \frac{\max(v_j \cdot r_{a_2j} - v_j \cdot r_{a_1j})(r_{a_1j} < r_{a_2j})}{\max(v_m \cdot r_{im}) - \min(v_m \cdot r_{im})}$$

Kde:  $m=j$  při  $D_1 = \max$

Celkový index neshody varianty  $a_1$  se získá součtem všech indexů neshody varianty  $a_1$  vzhledem ke všem ostatním:

$$C_D = \sum_{j=1}^k D_{a_1j}$$

Pro každou variantu je stanoven index shody a index neshody. Jako poslední krok této operace je získání výsledného hodnocení jednotlivých variant dle vztahu uvedeného níže.

$$CDA_i = I - C_i + D_i$$

Kde:  $I$  je počet variant

Čím je nižší hodnota indexu CDA, tím je varianta lépe hodnocena. Předchozí vztah stanovuje, že neshoda je negativním jevem a shoda jevem pozitivním.



## 4 Případová studie

Na českém trhu vystupuje hned několik firem, které se zabývají výrobou omítek. Jedna z těchto firem bude předmětem i této bakalářské práce. Cílem práce je určit vhodného dodavatele obalového materiálu pro produkty společnosti. Ve výsledku mohou nastat dvě situace. Studii se může potvrdit aktuální dodavatel společnosti jako nejvhodnější nebo bude poukazovat na jiného.

Vybraná společnost se soustředí na výrobu stavebních materiálů, mezi které patří například betonové směsi, barvy, nátěry, zateplovací systémy a podobně. Nejvíce je však známá svými omítkovými směsi. Nabízí hned několik druhů, které se navzájem liší svými vlastnostmi a použitím.

Společnost zahájila svou činnost v Česku v roce 1992 odkoupením fungující místní vápenky, protože pálené vápno po jeho hydratizaci je významnou přísadou omítkových směsí. Především díky výskytu vápence je výroba páleného vápna ve zdejší lokalitě tradicí. V blízkém okolí se rovněž nachází několik již vytěžených a zakonzervovaných vápencových lomů, které jsou v přílohové části fotograficky zdokumentovány.

Celková roční spotřeba všech pytlů se pohybuje řádově v milionech kusů. Takto vysokou poptávku je schopno uspokojit pouze několik výrobců v Evropě. Většinu kritérií a požadavků splňují velice podobně a při výběru mohou rozhodnout i sebemenší detaily. V současné době společnost používá obalový materiál od dodavatele, který je v analýze označován jako dodavatel D.

Každá změna s sebou nese jistá rizika a nemalé náklady. Se změnou dodavatele klíčového produktu se náročnost na čas a peníze úměrně zvyšuje. Z ekonomického hlediska by pro společnost nebylo příliš výhodné přecházet k jinému dodavateli ve snaze ušetřit zanedbatelné částky, když samotná změna by s sebou přinesla mnohonásobně vyšší náklady.

**Tabulka 2 - Meziroční spotřeba obalových materiálů**

Označení výrobku	Roční spotřeba			Průměrná spotřeba
	2011	2012	2013	
160	735 723	660 119	733 920	709 921
651	224 021	206 701	188 561	206 427
950	255 057	202 906	179 042	212 335
421	234 881	207 384	154 950	199 072
AHY	199 015	172 247	154 343	175 202
655	119 306	123 157	122 429	121 631
150	140 927	122 884	104 642	122 818
690	153 358	118 165	85 131	118 885
650	76 271	80 864	67 482	74 872
162	53 869	49 514	40 213	47 865
BMAX 8	91 011	61 241	42 769	65 007

Zdroj: firemní materiály

Výše uvedená tabulka podává částečný přehled o druzích pytlů využívaných ve společnosti a jejich spotřebu za 3 roky. V posledním sloupci jsou pro lepší orientaci uvedena data zprůměrována. Jako referenční produkt byl zvolen obalový materiál s největší průměrnou spotřebou za uvedené období. Dominující ve spotřebě je pytel s označením 160 používající se k omítání zdiva za standardních stavebních podmínek. Společnost nabízí několik specializovaných a mnohem dražších omítek. U nich je obal podstatně kvalitnější, ale rovněž cenově nákladnější než referenční.

Pytel je zhotoven z několika vrstev papíru a dalších složek, které zvyšují pevnost a jiné důležité vlastnosti. Pytel s označením 160 současný dodavatel dodává v provedení ve dvou vrstvách papíru. Vnější vrstvu pokrývá bílý papír, který je sice o něco dražší než hnědý papír používaný na vnitřních vrstvách, ale zákazníci z designového hlediska přiláká mnohem více. Pytle dosahují lepších pevnostních vlastností, když jsou zhotoveny z více slabších vrstev než pouze z jedné silnější.

## 4.1 Definice kritérií

Na první pohled se zdá, že papírový pytel je velice prostý produkt, který sám o sobě moc kritérií nenabízí. I když se jedná o jednoduchý výrobek z poměrně dostupné suroviny, jsou na něj kladeny vysoké požadavky. I obyčejný pytel musí vydržet nejen pevnostní zátěž, ale třeba i nepříznivé meteorologické vlivy.

Zástupce společnosti seznámil autora práce s velkou částí kritérií a faktorů, které ovlivňují cenu a kvalitu pytle, až bylo nutné pro zjednodušení některá kritéria sloučit a ty méně důležité úplně vyloučit.

Hodnoty kritérií jsou stanoveny na základě:

- předchozích zkušeností společnosti
- hodnot deklarovaných výrobcem
- referenčních vzorků poskytnutých dodavateli
- zkušenosti sesterských a partnerských společností
- referencí jiných firem

### 4.1.1 Cena (K1)

Cena bezpochyby bývá jednou z nejdůležitějších kritérií a poměrně zásadně ovlivňuje celý rozhodovací proces. V případě této práce tomu až tak být nemusí, protože vzhledem ke spotřebovanému množství jsou dodavatelé ochotni nabídnout velice podobné ceny.

K samotné ceně dodavatelů je třeba zohlednit další náklady, mezi které patří náklady na dopravu a zhotovení štočku s grafickou přípravou. Někteří dodavatelé tyto náklady již započítávají do ceny výrobku.

Pojem štoček je v tiskovém průmyslu označován druh tiskařské formy. Jsou na něm zhotoveny vystupující tiskové prvky. Tento štoček je upevněn na válec a otáčením kolem své osy probíhá potisk papíru, z kterého se následně vyrábějí pytle (Doležal, 2013).

Cena zahrnuje náklady na zhotovení štočku a celkové grafické přípravy připadající na jeden tisíc kusů.

**Tabulka 3 - Cena štočku**

	Cena [€]	Životnost [ks]	Cena na 1 000 ks [€]
<b>Dodavatel A</b>	717	250 000	2,868413
<b>Dodavatel B</b>	807	250 000	3,227706
<b>Dodavatel C</b>	976	240 000	4,067009
<b>Dodavatel D</b>	-	-	0
<b>Dodavatel E</b>	868	250 000	3,470225
<b>Dodavatel F</b>	890	250 000	3,559940
<b>Dodavatel G</b>	-	-	0

Zdroj: firemní materiály

Pro výpočet ceny dopravy bylo stanoveno, že kapacita jednoho nákladního vozu s návěsem o ložné ploše 13 600 x 2 480 x 2 700 metrů je 120 000 ks. Sazba za ujetý kilometr se stanovila na základě informací místní přepravní společnosti a byla do ní zohledněna mimo jiné i cena mýtného, které je v jednotlivých státech odlišné.

**Tabulka 4 - Cena dopravy**

	Vzdálenost [km]	Sazba za km [€]	Celkem [€]	Cena na 1 000 ks [€]
<b>Dodavatel A</b>	269	0,936941	252,037018	2,100308
<b>Dodavatel B</b>	421	0,893530	376,176220	3,134802
<b>Dodavatel C</b>	211	0,908000	191,588071	1,596567
<b>Dodavatel D</b>	-	-	-	0
<b>Dodavatel E</b>	456	0,926088	422,296126	3,519134
<b>Dodavatel F</b>	581	0,955028	554,871410	4,623928
<b>Dodavatel G</b>	578	0,908000	524,824196	4,373535

Zdroj: firemní materiály

Aby se zamezilo zkreslení ceny vlivem změny kurzu, všechny hodnoty jsou uváděny v eurech. Přesto v některých případech bylo nutné hodnoty přepočítat a v takových situacích byl použit kurz k 11.11.2014 1 € = 27,64 Kč.

**Tabulka 5 - Celková cena**

	<b>Základní cena za ks [€]</b>	<b>Graf. příprava a štoček [€]</b>	<b>Doprava [€]</b>	<b>Celkem na 1000 ks [€]</b>
<b>Dodavatel A</b>	141,569422	2,868413	2,100308	146,538143
<b>Dodavatel B</b>	149,885159	3,227706	3,134802	156,247667
<b>Dodavatel C</b>	146,002965	4,067009	1,596567	151,666542
<b>Dodavatel D</b>	152,298065	0	0	152,298065
<b>Dodavatel E</b>	151,652953	3,470225	3,519134	158,642313
<b>Dodavatel F</b>	140,982456	3,559940	4,623928	149,166325
<b>Dodavatel G</b>	142,563523	0	4,373535	146,937058

*Zdroj: firemní materiály*

#### **4.1.2 Zpracování (K2)**

Kritérium zpracování je hodnoceno na základě několika faktorů, které jsou obodovány od 1 do 10 a všechny mají stejnou váhu. Jednička označuje nejhorší hodnocení. Desítkou je pak ohodnocena nejlepší varianta.

Odolnost proti vlhkosti se nejčastěji zabezpečuje použitím polyetylenu. Tento termoplast může být vložen mezi jednotlivé vrstvy pytle nebo se provádí nástřík některé z vrstev. Uvedenou úpravou se samotný obalový materiál zpevní a především zabrání vniknutí nežádoucí vlhkosti do obsahu směsy. Zároveň zvlhlý pytel ve všech vrstvách rychle ztrácí svou jakost. Vlhkost v obsahu pytle způsobí ztvrdnutí hmoty a v takovém stavu jej není možné používat. Vhodná izolace od vlhkosti prodlužuje dobu skladovatelnosti a celkovou životnost produktu.

U povrchové úpravy pytle je jedním z nejdůležitějších aspektů jeho kluzkost. Použitím lehce vroubkovaného papíru vrchní vrstvy se docílí tzv. protiskluzové úpravy. Díky tomuto se pytle vůči sobě nesmýkají a je tím zajištěna stabilnější přeprava (například v paletách).

Recyklovatelnost je poměrně závislá s odolností proti vlhkosti. Pokud je pytel dobře odolný proti vlhkosti, je většinou při výrobě použito více polyetylenu. Tento plast však velice snižuje recyklovatelnost celého obalu. Výrobce v takovém případě musí zvolit vhodný kompromis, aby odolával vlhku a zároveň byl dobře recyklovatelný.

Dobrá recyklovatelnost velice kladně působí i z marketingového hlediska. Ekologické výrobky spotřebitelé rádi nakupují. Mimo tento fakt je společnost povinna odvádět recyklační poplatky, které jsou odvozeny od recyklovatelnosti výrobků. Tudíž dobře recyklovatelný pytel může lehce snížit náklady na výrobu.

**Tabulka 6 - Zpracování**

	Odolnost proti vlhkosti	Povrch	Recyklovatelnost	Celkem
<b>Dodavatel A</b>	2	5	1	8
<b>Dodavatel B</b>	9	8	6	23
<b>Dodavatel C</b>	4	2	10	16
<b>Dodavatel D</b>	8	9	7	24
<b>Dodavatel E</b>	1	7	8	16
<b>Dodavatel F</b>	9	7	5	21
<b>Dodavatel G</b>	4	6	2	12

*Zdroj: firemní materiály*

#### **4.1.3 Trhavost (K3)**

Jedním z velice důležitých kritérií je trhavost. Největší nebezpečí roztržení pytle není při manipulaci či převozu, ale právě při jeho plnění a uzavírání ventilu. Materiál je přes uzavírací ventil prudce nasypán do pytle a následně volným pádem padá zhruba z 650 milimetrů, aby došlo tlakem vzduchu k uzavření ventilu. Roztržení pytle může vážně ovlivnit plynulost výroby, proto je nutné tento faktor minimalizovat.

**Tabulka 7 - Trhavost**

	<b>Roztržených pytlů na 10 000 ks</b>
<b>Dodavatel A</b>	12,02
<b>Dodavatel B</b>	14,92
<b>Dodavatel C</b>	9,15
<b>Dodavatel D</b>	10,33
<b>Dodavatel E</b>	16,00
<b>Dodavatel F</b>	11,66
<b>Dodavatel G</b>	15,56

*Zdroj: firemní materiály*

#### **4.1.4 Uzavírací ventil (K4)**

Slouží k uzavření pytle po provedení plnění. Materiál obsažený v pytli je velice jemný a sypký. Jeho uzavření proto musí být rychlé a těsné. Po sejmutí plynící hubice mírný přetlak v pytli uzavře ventil. Musí být stále v uzavřeném stavu po celou dobu životnosti. Hmotnost referenčního pytle s maltou je 30 kg, tudíž ventil musí být dostatečně pevný, aby nedošlo k jeho protržení.

Mezi další důležité faktory patří těsnost. Mimo drobný únik směsi z pytle je mnohem nebezpečnější vniknutí vlhkosti do pytle, který může mít fatální dopad na celý obsah. Vlivem vlhkosti materiál velmi rychle ztvrdne a stane se tak téměř nepoužitelným zbožím.

Životnost uzavíracího ventilu je odvozena od životnosti samotného produktu. U něho je datum expirace zhruba jeden rok od výroby. Přičte-li se k uvedeným 12 měsícům i doba než se obal dostane do výroby, uzavírací ventil by měl vydržet minimálně 16 měsíců.

**Tabulka 8 - Funkce uzavíracího ventilu**

	<b>Těsnost</b>	<b>Pevnost</b>	<b>Životnost</b>	<b>Celkem</b>
<b>Dodavatel A</b>	4	5	7	16
<b>Dodavatel B</b>	1	6	6	13
<b>Dodavatel C</b>	9	2	9	20
<b>Dodavatel D</b>	7	5	8	20
<b>Dodavatel E</b>	5	7	9	21
<b>Dodavatel F</b>	2	4	8	14
<b>Dodavatel G</b>	10	6	5	21

*Zdroj: firemní materiály*

Každá hodnota z dílčích kritérií byla obodována od jedné do deseti. Desítka znamená nejlepší, nejideálnější hodnocení.

#### **4.1.5 Potisk (K5)**

V současné době jsou legislativně vysoké nároky na obsah popisu produktu. Jsou přesně stanovené informace, které musí být uvedené na obalu. Mezi ně patří: použití, způsob zpracování, upozornění na nebezpečné látky, CE štítek, likvidace obalu, adresa výrobce a další údaje. Při přípravě tisku je třeba zajistit správnou velikost písma, tloušťku rámečku, velikost symbolů a barvu. Jedná se o velice důležité informace pro spotřebitele, a proto i orgány státní správy se při svých kontrolách zaměřují na zmiňované náležitosti.

Čitelnost – při současném volném pohybu zboží v Evropské unii bývají popisy na obalech vícejazyčné, protože nejsou určeny pouze pro domácí trh. Aby se na obal pytle vtěsnil popis ve čtyřech, nebo pěti jazycích, je nutné zvolit poměrně malé písmo. Text však musí být stále dobře čitelný. V současné době jsou technologie na takové úrovni, že rozdíly mezi dodavateli jsou relativně malé.

Odolnost - barva na potiscích pytle musí odolávat různým klimatickým vlivům. Jedním z nich je i teplota a vlhkost při plnění. Následně dochází k pozvolnému chladnutí směsi a k lehké kondenzaci vody. Barva na obalu musí odolat uvedeným vlivům. Stačí, aby dodavatel ve snaze snížit náklady zvolil stejnou barvu, ale s jiným pigmentem, hrozí nebezpečí jemného rozpití potisku. Obsah směsi v pytli je neporušen, ale pro zákazníky



je takto poškozený obal velice odpudivý právě z obav, že je produkt zvlhlý a tudíž nepoužitelný.

Světlostálost barev - celková doba skladovatelnosti pytle před plněním a po plnění je zhruba 16 měsíců. Po celou dobu musí barva na pytli udržet svou světlostálost. Obal prodává. Zákazníky příliš neosloví vybledlý obal.

**Tabulka 9 - Kvalita potisku**

	Čitelnost	Odolnost	Světlostálost barev	Celkem
<b>Dodavatel A</b>	4	7	3	14
<b>Dodavatel B</b>	7	9	8	24
<b>Dodavatel C</b>	10	5	6	21
<b>Dodavatel D</b>	10	7	6	23
<b>Dodavatel E</b>	9	10	7	26
<b>Dodavatel F</b>	2	8	6	16
<b>Dodavatel G</b>	4	7	6	17

*Zdroj: firemní materiály*

#### **4.1.6 Rychlost změny potisku (K6)**

Legislativa v zemích, do kterých společnost vyváží, se neustále mění a potisky pytlů musí stále odpovídat všem zákonům. I drobná změna v potisku si žádá několikátýdenní prodlevu, než je možné nové pytle zařadit do výroby. Celá operace by se dala rozdělit do dvou fází. První je příprava štočku pro tisk, která obsahuje dobu od předání nových pokladů pro tisk, po vyrobení štočku.

Druhou je rychlost změny potisku. Rychlá změna potisku umožňuje okamžitě řešit legislativní změny, ale i pružně reagovat na potřeby trhu.

**Tabulka 10 - Rychlost změny potisku**

	<b>Příprava štočku pro potisk [dny]</b>	<b>Samotná výroba [dny]</b>	<b>Celkem [dny]</b>
<b>Dodavatel A</b>	10	28	38
<b>Dodavatel B</b>	6	12	18
<b>Dodavatel C</b>	8	33	41
<b>Dodavatel D</b>	7	14	21
<b>Dodavatel E</b>	8	21	29
<b>Dodavatel F</b>	7	28	35
<b>Dodavatel G</b>	9	30	39

*Zdroj: firemní materiály*

## **4.2 Stanovení vah kritérií**

Stanovení vah důležitosti kritérií bývá často nejobtížnější operací celé vícekritériální analýzy. U rozhodovatele může být hodnocení ovlivněno subjektivními pocity a dojmy, které by mohly narušit objektivnost výsledku. Pro zamezení tohoto negativního jevu byla použita Saatyho metoda stanovení vah. Dochází k párovému porovnávání, při němž se určuje i velikost preference.

### **Slovní vyjádření preferencí:**

- Trhavost je rovnocenným kritériem s Cenou.
- Cena je velmi slabě preferována před Zpracováním.
- Cena je rovnocenným kritériem s Uzavíracím ventilem.
- Cena je velmi slabě preferována před Potiskem.
- Cena je velmi slabě preferována před Rychlostí změny potisku.
- Trhavost je velmi silně preferována před Zpracováním.
- Uzavírací ventil je slabě preferován před Zpracováním.
- Potisk je velmi slabě preferován před Zpracováním.
- Zpracování je rovnocenným kritériem s Rychlostí změny potisku.
- Trhavost je rovnocenným kritériem s Uzavíracím ventilem.
- Trhavost je velmi slabě preferována před Potiskem.
- Trhavost je velmi slabě preferována před Rychlostí změny potisku.
- Uzavírací ventil je rovnocenným kritériem s Potiskem.

- Uzavírací ventil je méně silně preferován před Rychlostí změny potisku.
- Potisk je silně preferován před Rychlostí změny potisku.

### **Bodovací stupnice:**

- 1 – rovnocenná kritéria.
- 2 – velmi slabě preferované kritérium.
- 3 – slabě preferované kritérium.
- 4 – méně silně preferované kritérium.
- 5 – silně preferované kritérium.
- 7 – velmi silně preferované kritérium.
- 9 – absolutně preferované kritérium.

**Tabulka 11 - Saatyho matice**

	<b>K1</b>	<b>K2</b>	<b>K3</b>	<b>K4</b>	<b>K5</b>	<b>K6</b>	<b>G</b>	<b>váha</b>
<b>K1</b>	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,4142	<b>0,21</b>
<b>K2</b>	0,50	1,00	0,14	0,33	0,50	1,00	0,4778	<b>0,07</b>
<b>K3</b>	1,00	7,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,7426	<b>0,26</b>
<b>K4</b>	1,00	3,00	1,00	1,00	1,00	4,00	1,5131	<b>0,22</b>
<b>K5</b>	0,50	2,00	0,50	1,00	1,00	5,00	1,1650	<b>0,17</b>
<b>K6</b>	0,50	1,00	0,50	0,25	0,20	1,00	0,4817	<b>0,07</b>

Hodnoty vah důležitosti byly zaokrouhleny na dvě desetinná místa podle pravidel zaokrouhlování a aby celková suma vah byla rovna jedné. Největší váha byla přiřazena kritériu Trhavost (v tabulce 11 označená jako K3). S lehce nižšími hodnotami skončila kritéria Cena a Uzavírací ventil. Dále následuje Potisk a jako méně významná byla ohodnocena kritéria Rychlost změny potisku a Zpracování.

### **4.3 Hodnocení dodavatelů**

Metod pro stanovení kompromisní varianty nebo pořadí variant se v praxi aplikuje hned několik. Jejich použitelnost je závislá na tom, jaké informace jsou pro analýzu dostupné. Doposud jsou definována kritéria a jejich váhy důležitosti. Nyní je možné přistoupit

k samotnému hodnocení dodavatelů. K tomu budou použity tři metody. Metoda váženého součtu, TOPSIS, CDA.

Výchozí tabulka se zadáním společná pro všechny metody

**Tabulka 12 - Kriteriaální matice**

<b>Váha</b>	0,21	0,07	0,26	0,22	0,17	0,07
	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracování [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Dodavatel A</b>	146,54	8	12,02	16	14	38
<b>Dodavatel B</b>	156,25	23	14,92	13	24	18
<b>Dodavatel C</b>	151,67	16	9,15	20	21	41
<b>Dodavatel D</b>	152,30	24	10,33	20	23	21
<b>Dodavatel E</b>	158,64	16	16	21	26	29
<b>Dodavatel F</b>	149,17	21	11,66	14	16	35
<b>Dodavatel G</b>	146,94	12	15,56	21	17	39
	min	max	min	max	max	min

#### 4.3.1 Metoda váženého součtu

Metoda je založena na výpočtu funkce užitku. Početně je metoda poměrně jednoduchá, ale zároveň i nepřesná. Uvažuje se pouze lineární stoupající funkce užitku.

Ještě před výpočtem samotné funkce se musí sestavit normalizovaná kriteriaální matice. K tomu je bezprostředně nutné znát ideální a bazální variantu pro jednotlivá kritéria.

**Tabulka 13 - Ideální a bazální varianta**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracování [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Ideální varianta</b>	146,54	24	9,15	21	26	18
<b>Bazální varianta</b>	158,64	8	16	13	14	41

Dalším krokem je vytvoření standardizované kriteriaální matice. Hodnoty blízké nule označují horší varianty a hodnoty přibližující se jedné značí lepší varianty.

**Tabulka 14 - Standardizovaná kritériální matice**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracová. [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Dodavatel A</b>	1,00000	0,00000	0,58102	0,37500	0,00000	0,13043
<b>Dodavatel B</b>	0,19784	0,93750	0,15766	0,00000	0,83333	1,00000
<b>Dodavatel C</b>	0,57631	0,50000	1,00000	0,87500	0,58333	0,00000
<b>Dodavatel D</b>	0,52414	1,00000	0,82774	0,87500	0,75000	0,86957
<b>Dodavatel E</b>	0,00000	0,50000	0,00000	1,00000	1,00000	0,52174
<b>Dodavatel F</b>	0,78287	0,81250	0,63358	0,12500	0,16667	0,26087
<b>Dodavatel G</b>	0,96704	0,25000	0,06423	1,00000	0,25000	0,08696

Následuje samotný výpočet agregované funkce užitku. K tomu jsou použity váhy uvedené v tabulce 12.

**Tabulka 15 - Užitek variant**

Dodavatel A	0,452696128
Dodavatel B	0,359830021
Dodavatel C	0,707692058
Dodavatel D	0,776150095
Dodavatel E	0,461521739
Dodavatel F	0,460101768
Dodavatel G	0,505866753

Z uvedené tabulky vyplývá, že nejlepší hodnocení obdržel dodavatel D s drobným odstupem od dodavatele C, následuje dodavatel G a za ním dodavatelé A, E, F, kteří mají velice podobné hodnoty. Na posledním místě se umístil dodavatel B.

#### 4.3.2 Metoda TOPSIS

Metoda TOPSIS je založena na minimalizaci vzdálenosti od ideální varianty. Oproti metodě váženého součtu je početně o něco složitější. Velkou výhodou však je přesnost výsledku.

Převod minimalizačních kritérií na maximalizační nebyl proveden a rovnou dochází k sestavení kritériální matice R s normalizovanými hodnotami.

**Tabulka 16 - Normalizovaná kritériální matice**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracová. [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
Dodavatel A	0,55954	0,16806	0,37096	0,33341	0,25719	0,08956
Dodavatel B	0,11070	0,48317	0,10066	0,27089	0,44091	0,68664
Dodavatel C	0,32247	0,33612	0,63847	0,41676	0,38579	0,00000
Dodavatel D	0,29327	0,50417	0,52848	0,41676	0,42253	0,59708
Dodavatel E	0,00000	0,33612	0,00000	0,43759	0,47765	0,35825
Dodavatel F	0,43804	0,44115	0,40452	0,29173	0,29394	0,17912
Dodavatel G	0,54110	0,25209	0,04101	0,43759	0,31231	0,05971

Dále se v normalizované matici zohlední váhy uvedené v tabulce 12 a vznikne vážená normalizovaná kritériální matice označována W ( $w_{ij}$ ).

**Tabulka 17 - Vážená normalizovaná kritériální matice**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracová. [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Dodavatel A</b>	0,11750	0,01176	0,09645	0,07335	0,04372	0,00627
<b>Dodavatel B</b>	0,02325	0,03382	0,02617	0,05960	0,07495	0,04807
<b>Dodavatel C</b>	0,06772	0,02353	0,16600	0,09169	0,06558	0,00000
<b>Dodavatel D</b>	0,06159	0,03529	0,13741	0,09169	0,07183	0,04180
<b>Dodavatel E</b>	0,00000	0,02353	0,00000	0,09627	0,08120	0,02508
<b>Dodavatel F</b>	0,09199	0,03088	0,10517	0,06418	0,04997	0,01254
<b>Dodavatel G</b>	0,11363	0,01765	0,01066	0,09627	0,05309	0,00418

Z uvedených hodnot v tabulce 17 se stanoví pro každé kritérium bazální a ideální varianta.

**Tabulka 18 - Ideální a bazální varianta z vážené normalizované kritériální matice**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracová. [b]</b>	<b>Trhávost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Ideální var.</b>	0,11750	0,03529	0,16600	0,09627	0,08120	0,04807
<b>Bazální var.</b>	0,00000	0,01176	0,00000	0,05960	0,04372	0,00000

Následuje stanovení vzdálenosti jednotlivých variant od ideální ( $d_i^+$ ) a bazální ( $d_i^-$ ) varianty. Poté z těchto údajů provést výpočet relativního ukazatele ( $c_i$ ).

**Tabulka 19 - Výsledné hodnocení podle metody TOPSIS**

	$d_i^+$	$d_i^-$	$c_i$
Dodavatel A	0,095225	0,152768	0,616018
Dodavatel B	0,172692	0,070693	0,290458
Dodavatel C	0,072056	0,183816	0,718392
Dodavatel D	0,063971	0,163688	0,719004
Dodavatel E	0,205013	0,059303	0,224364
Dodavatel F	0,087393	0,141797	0,618687
Dodavatel G	0,164841	0,120459	0,422219

Stejně jako u metody váženého součtu byl nejlépe hodnocen dodavatel D a po něm dodavatel C. Ovšem rozdíl mezi nimi je mnohem menší, téměř žádný. Větší změny byly zaznamenány až u dodavatelů umístěných v pořadí níže.

### 4.3.3 Metoda shody a neshody – CDA

Výpočet metody shody a neshody je poměrně složitý. Možno očekávat větší přesnost výsledku.

V první řadě musí být převedena všechna minimalizační kritéria na maximalizační. K tomu je možné použít vztah:  $y'_{ij} = \max(y_{ij}) - y_{ij}$ . Z matice s pouze maximalizačními kritérii se naleznou minima a maxima v každém sloupci, tudíž ideální a bazální varianta pro každé kritérium.

**Tabulka 20 - Kriteriační matice se všemi maximalizačními kritérii**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracová. [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Dodavatel A</b>	12,1042	8	3,98	16	14	3
<b>Dodavatel B</b>	2,3946	23	1,08	13	24	23
<b>Dodavatel C</b>	6,9758	16	6,85	20	21	0
<b>Dodavatel D</b>	6,3442	24	5,67	20	23	20
<b>Dodavatel E</b>	0,0000	16	0	21	26	12
<b>Dodavatel F</b>	9,4760	21	4,34	14	16	6
<b>Dodavatel G</b>	11,7053	12	0,44	21	17	2
<b>Ideální var.</b>	12,1042	24	6,85	21	26	23
<b>Bazální var.</b>	0	8	0	13	14	0

Následuje standardizace matice a zavedení vah do matice. Tato část je obdobná jako u metody váženého součtu. Po uvedených operacích vznikne vážená standardizovaná kriteriační matice.

**Tabulka 21 - Vážená standardizovaná kriteriační matice**

	<b>Cena [EUR]</b>	<b>Zpracová. [b]</b>	<b>Trhavost [ks]</b>	<b>Uzavírací ventil [b]</b>	<b>Potisk [b]</b>	<b>Rychlost z. potisku [dny]</b>
<b>Dodavatel A</b>	0,21	0	0,151066	0,0825	0	0,0091304
<b>Dodavatel B</b>	0,041546	0,065625	0,040993	0	0,141667	0,07
<b>Dodavatel C</b>	0,121025	0,035	0,26	0,1925	0,099167	0
<b>Dodavatel D</b>	0,110069	0,07	0,215212	0,1925	0,1275	0,0608696
<b>Dodavatel E</b>	0	0,035	0	0,22	0,17	0,0365217
<b>Dodavatel F</b>	0,164403	0,056875	0,164730	0,0275	0,028333	0,0182609
<b>Dodavatel G</b>	0,203079	0,0175	0,016701	0,22	0,0425	0,0060870

Poté musí dojít k vytvoření matice s párovými indexy shody.



**Tabulka 22 - Párové indexy shody**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>A</b>	1	0,69	0,28	0,21	0,47	0,43	0,54
<b>B</b>	0,31	1	0,31	0,24	0,61	0,31	0,57
<b>C</b>	0,72	0,69	1	0,47	0,47	0,65	0,5
<b>D</b>	0,79	0,76	0,53	1	0,61	0,79	0,57
<b>E</b>	0,53	0,39	0,53	0,39	1	0,46	0,53
<b>F</b>	0,57	0,69	0,35	0,21	0,54	1	0,4
<b>G</b>	0,46	0,43	0,5	0,43	0,47	0,6	1

Za další se vypočtou párové indexy neshody.

**Tabulka 23 - Párové indexy neshody**

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>
<b>A</b>	1	0,69	0,28	0,21	0,47	0,43	0,54
<b>B</b>	0,31	1	0,31	0,24	0,61	0,31	0,57
<b>C</b>	0,72	0,69	1	0,47	0,47	0,65	0,5
<b>D</b>	0,79	0,76	0,53	1	0,61	0,79	0,57
<b>E</b>	0,53	0,39	0,53	0,39	1	0,46	0,53
<b>F</b>	0,57	0,69	0,35	0,21	0,54	1	0,4
<b>G</b>	0,46	0,43	0,5	0,43	0,47	0,6	1

Celkový index shody se získá běžnou sumací řádků matice. Stejným způsobem se získá i index neshody. Úplně na závěr se provede analýza shody a neshody (CDA). Nejnižší hodnotu lze označit jako nejideálnější kompromisní variantu.

**Tabulka 24 - Výsledné hodnocení metody CDA**

	$C_i$	$D_i$	CDA
Dodavatel A	3,62	2,859776	5,239776
Dodavatel B	3,35	4,398842	7,048842
Dodavatel C	4,50	1,600417	3,100417
Dodavatel D	5,05	1,341270	2,291270
Dodavatel E	3,83	4,209870	6,379870
Dodavatel F	3,76	3,397436	5,637436
Dodavatel G	3,89	3,657196	5,767196

Poslední sloupec tabulky znázorňuje výsledné hodnocení dodavatelů. Dodavatel D se opět umístil na prvním místě a na druhém dodavatel C. Pořadí dalších dodavatelů je podobné jako u metody TOPSIS.

#### **4.4 Výsledek případové studie**

Metoda váženého součtu určila dodavatele D jako nejlepšího. O něco horší výsledné hodnoty získal dodavatel C. Rozdíl mezi prvním a druhým místem není příliš výrazný. Obdobné výsledky byly naměřeny i u metody shody a neshody.

Metoda TOPSIS rovněž stanovila optimální variantu dodavatele D a následoval dodavatel C. Rozdíl mezi těmito dodavateli je téměř minimální. Pokud by dodavatel C například snížil svou cenu o pouhých 0,5 €, tak by podle metody TOPSIS již nebyl nejlepší alternativou dodavatel D, ale dodavatel C, který se původně umístil na druhém místě.

Dodavatel C dosahuje lehce lepších hodnot v relativně důležitých kritériích Cena a Trhavost, ale v ostatních kritériích dosahuje stejných nebo výrazně nižších hodnot v porovnání s dodavatelem D. V žádném z kritérií dodavatel D není podstatně horší, ale ani výrazně lepší, proto je ho možné označit za zlatou střední cestu a tedy i vhodnou kompromisní variantu úlohy.

Na základě stanovených kritérií a použitých metod je možné potvrdit vhodnost aktuálního dodavatele společnosti, kterým je dodavatel D. Vzhledem k relativně těsným výsledkům autor bakalářské práce doporučuje trh s dodavateli nadále pozorně monitorovat.

## 5 Závěr

Bakalářská práce se zabývá analýzou možných dodavatelů obalových materiálů (papírové pytle) pro společnost zabývající se produkcí omítkových směsí. Trh s dodavateli je poměrně složitý a na první pohled není možné určit toho úplně nejvhodnějšího, proto byly v práci aplikovány metody vícekriteriálního rozhodování.

Teoretická část se věnovala rozhodovacím procesem jako takovým, dále byly určeny důležité pojmy a základní metody stanovující váhy důležitosti kritérií. Hluběji se práce zaměřuje na metody stanovující pořadí variant, které byly následně použity v případové studii.

Úvod praktické části byl vymezen pro stručnou charakteristiku společnosti a oboru, kterému se věnuje. Aby byl autor práce schopný provést kvalitní analýzu, seznámil se nejprve s výrobním procesem a produkty podniku. K jednotnému hodnocení dodavatelů se určil referenční produkt podle nejvyšší průměrné roční spotřeby. Kritéria a jejich váhy důležitosti byly sestaveny na základě informací od zaměstnance, který je zodpovědný za nákup zboží a služeb pro společnost. Hodnoty kritérií se stanovily z předchozích zkušeností, údajů deklarovaných výrobcem, testovacích vzorků a podobně.

Vhodný dodavatel byl určen pomocí tří metod vícekriteriální analýzy variant. První, metoda váženého součtu je jednoduchou metodou, která však nedosahuje příliš přesného výsledku. Druhou metodou je TOPSIS. Z početního hlediska se řadí mezi jednodušší a kvalita výsledku je na poměrně vysoké úrovni. Je hojně používána jak z řad studentů, tak i jejich vyučujících. Výsledek této metody byl pro celou práci nejměrodatnější. Poslední metoda CDA se aplikuje velice zřídka. Právě proto je nadmíru obtížné hodnotit její přesnost. Nasazením metody CDA chtěl autor bakalářské práce přiblížit málo používanou metodu a prozkoumat výsledky. Ve vyhodnocení případové studie má spíše funkci kontrolní, avšak její výsledky jsou do značné míry podobné předchozím metodám.

Společnosti je doporučeno i nadále spolupracovat s aktuálním dodavatelem a zároveň sledovat změny v nabídkách ostatních. Prvenství současného dodavatele je velice těsné a i sebemenší změna by mohla následně ovlivnit pořadí dodavatelů.

## Seznam použitých zdrojů

BROŽOVÁ, Helena, Milan HOUŠKA a Tomáš ŠUBRT. *Modely pro vícekriteriální rozhodování*. Vyd. 1. Praha: Credit, 2003. ISBN 978-80-213-1019-3.

FIALA, Petr, Josef JABLONSKÝ a Miroslav MAŇAS. *Vícekriteriální rozhodování*. dotisk. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1997. ISBN 80-707-9748-7.

FOTR, Jiří, Lenka ŠVECOVÁ a kol. *Manažerské rozhodování: postupy, metody a nástroje*. 2., přeprac. vyd. Praha: Ekopress, 2010. ISBN 9788086929590.

FRIEBELOVÁ, Jana a Jana KLICNAROVÁ. *Rozhodovací modely pro ekonomy*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007. ISBN 978-807-3940-355.

HRADÍLEK, Zdeněk. *Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení*. Ostrava: Vydala VŠB-TU Ostrava ve vydavatelství Montanex, 2008. ISBN 978-80-7225-291-6.

PÍŠKOVÁ, Věra. *Vícekriteriální hodnocení variant I: příručka pro uživatele*. 1. vyd. Praha: Výzkumný ústav výstavby a architektury, 1993. ISBN 80-851-2484-X.

ŠUBRT, Tomáš a kol. *Ekonomicko-matematické metody*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2011. ISBN 9788073803452.

### **Internetové zdroje:**

BROŽOVÁ, Helena. *Vícekriteriální analýza variant*. [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: <http://pef.czu.cz/~BROZOVA/CASESTUDY/VAV2.html>

DOLEŽAL, Ivan. *Svět tisku: Výroba ražebních štočků*. [online]. 2013 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: [http://www.svettisku.cz/buxus/generate\\_page.php?page\\_id=6893](http://www.svettisku.cz/buxus/generate_page.php?page_id=6893)

FRIEBELOVÁ, Jana. *Vícekriteriální analýza variant za jistoty*. [online]. [cit. 2015-03-09]. Dostupné z: [http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/rmp/data/teorie\\_oa/VICEKRIT\\_HODNOCENI.pdf](http://www2.ef.jcu.cz/~jfrieb/rmp/data/teorie_oa/VICEKRIT_HODNOCENI.pdf)

KORVINY, Petr. *Korviny.cz: Teoretické základy vícekriteriálního rozhodování*. [online]. [cit. 2015-02-23]. Dostupné z: [http://korviny.cz/mca7/soubory/teorie\\_mca.pdf](http://korviny.cz/mca7/soubory/teorie_mca.pdf)

## Seznam použitých tabulek

Tabulka 1 - Schéma Fullerova trojúhelníku .....	19
Tabulka 2 - Meziroční spotřeba obalových materiálů .....	26
Tabulka 3 - Cena štočku .....	28
Tabulka 4 - Cena dopravy .....	28
Tabulka 5 - Celková cena .....	29
Tabulka 6 - Zpracování .....	30
Tabulka 7 - Trhavost .....	31
Tabulka 8 - Funkce uzavíracího ventilu .....	32
Tabulka 9 - Kvalita potisku .....	33
Tabulka 10 - Rychlost změny potisku .....	34
Tabulka 11 - Saatyho matice .....	35
Tabulka 12 - Kriteriaální matice .....	36
Tabulka 13 - Ideální a bazální varianta .....	36
Tabulka 14 - Standardizovaná kriteriaální matice .....	37
Tabulka 15 - Užitek variant .....	37
Tabulka 16 - Normalizovaná kriteriaální matice .....	38
Tabulka 17 - Vážená normalizovaná kriteriaální matice .....	38
Tabulka 18 - Ideální a bazální varianta z vážené normalizované kriteriaální matice .....	39
Tabulka 19 - Výsledné hodnocení podle metody TOPSIS .....	39
Tabulka 20 - Kriteriaální matice se všemi maximalizačními kritérii .....	40
Tabulka 21 - Vážená standardizovaná kriteriaální matice .....	40
Tabulka 22 - Párové indexy shody .....	41
Tabulka 23 - Párové indexy neshody .....	41
Tabulka 24 - Výsledné hodnocení metody CDA .....	42

## **Seznam příloh**

Příloha 1 - celková tabulka meziroční spotřeby obalových materiálů.....	47
Příloha 2 - fotodokumentace tamních lomů.....	49

**Příloha 1 - celková tabulka meziroční spotřeby obalových materiálů**

Označení výrobku	Roční spotřeba			Průměrná spotřeba
	2011	2012	2013	
160	735 723	660 119	733 920	709 921
651	224 021	206 701	188 561	206 427
950	255 057	202 906	179 042	212 335
421	234 881	207 384	154 950	199 072
AHY	199 015	172 247	154 343	175 202
655	119 306	123 157	122 429	121 631
150	140 927	122 884	104 642	122 818
690	153 358	118 165	85 131	118 885
650	76 271	80 864	67 482	74 872
162	53 869	49 514	40 213	47 865
BMAX 8	91 011	61 241	42 769	65 007
156	28 260	31 141	27 175	28 858
CPVC	28 034	36 534	25 540	30 036
652	24 653	27 935	22 502	25 030
930	37 950	31 163	22 377	30 496
620	26 691	25 877	20 477	24 348
DHY SRN	20 826	17 774	17 912	18 837
EAG 654	27 899	19 423	17 023	21 448
208	22 305	20 968	14 937	19 403
423	45 177	28 526	16 163	29 955
GUNI 30	2 125	10 077	3 882	5 362
Hofix 510	22 419	17 582	14 529	18 177
210	21 334	16 484	14 773	17 530
JAG 650	13 972	12 627	11 591	12 730
705	21 403	15 374	10 731	15 836
470	1 427	9 247	10 174	6 949
Hofix 945	-	7 981	9 268	8 624
852	12 842	18 176	9 248	13 422
KBR	15 686	11 863	9 198	12 249

920	4 002	15 655	9 391	9 683
510	10 916	17 582	17 148	15 216
980	10 737	11 919	7 953	10 203
960	5 745	7 904	5 883	6 511
460	11 127	6 968	6 312	8 136
212	9 316	7 824	7 918	8 352
820	4 514	3 956	4 128	4 199
610	2 489	5 030	4 736	4 085
205	5 321	5 573	3 613	4 836
850 We	9 458	2 421	3 583	5 154
822	5 479	5 429	3 273	4 727



## Příloha 2 - fotodokumentace tamních lomů



Jeden z místních lomů, který byl v provozu začátkem 20. století. V současné době je více než půl století zakonzervován a uzavřen.



Jeden z dalších lomů, jenž byl uzavřen před několika desítkami let.